

**УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ**

На правах рукопису

Фомін Олексій Вікторович

УДК 629.4.02.001.76:629.463.65

**УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПІВВАГОНІВ З
МЕТОЮ ЗНИЖЕННЯ МАТЕРІАЛОЄМНОСТІ**

05.22.07 – рухомий склад залізниць та тяга поїздів

Дисертація на здобуття наукового ступеню
кандидата технічних наук

Науковий керівник
Мороз Володимир Ілліч
доктор технічних наук, професор

Харків – 2010

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	4
ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 ОБҐРУНТУВАННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ НАПРЯМКІВ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПІВВАГОНІВ ВІТЧИЗНЯНОГО ВИРОБНИЦТВА.....	13
1.1 Сучасні тенденції розвитку вітчизняного парку піввагонів.....	13
1.2 Аналіз базових моделей піввагонів закордонного та вітчизняного виробництва за основними техніко-економічними показниками та особливостями конструкції	22
1.3 Існуючі підходи та методи для удосконалення конструкції піввагонів.....	35
1.4 Висновки за розділом 1.....	52
РОЗДІЛ 2 НОВІ ПІДХОДИ ТА МЕТОДИ ДЛЯ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПІВВАГОНІВ З МЕТОЮ ЗНИЖЕННЯ ЇХ МАТЕРІАЛОЄМНОСТІ.....	53
2.1 Розробка формалізованого описання конструкції сучасних піввагонів	53
2.2 Метод визначення структури матеріалоемності піввагонів на основі блочно-ієрархічного описання конструкції	61
2.3 Формулювання задачі оптимізаційного проектування конструкції піввагонів з метою зниження матеріалоемності.....	68
2.4 Розрахунково-експериментальний метод визначення резервів зниження матеріалоемності елементів конструкції піввагонів.....	78
2.5 Висновки за розділом 2.....	93
РОЗДІЛ 3 УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ КУЗОВА ПІВВАГОНІВ ВИРОБНИЦТВА ДП «УКРСПЕЦВАГОН» З МЕТОЮ ЗНИЖЕННЯ МАТЕРІАЛОЄМНОСТІ.....	94
3.1 Блочно-ієрархічне описання, визначення структури та технічні	94

рішення зі зниження матеріалоемності кузова піввагонів моделі 12-9745.....	
3.2 Оптимізаційне проектування елементів конструкції стіни торцевої піввагонів моделі 12-9745.....	108
3.3 Оцінка економічної ефективності від впровадження запропонованих технічних рішень з удосконалення конструкції стіни торцевої модуля кузова піввагонів виробництва ДП«Укрспецвагон».....	121
3.4 Висновки за розділом 3.....	126
ВИСНОВКИ.....	127
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	129
ДОДАТКИ	142

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

- ВРЗ – вагоноремонтний завод
- ТЕП – техніко-економічні показники
- МТ – маса тари
- КП – конструкція піввагону
- РСЕМ – розрахуноква скінчено-елементна модель
- РРМ – розрахунковий резерв міцності
- ОП – оптимізаційне проектування
- БІС – блочно-ієрархічна схема
- НДС – напружено-деформований стан
- НТД – нормативно-технічна документація

ВСТУП

Відповідно до Стратегії розвитку залізничного транспорту на період до 2020 року, яка схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2009 року за № 1555-р, однією з пріоритетних задач розвитку залізниць є удосконалення конструкції рухомого складу, підвищення його рентабельності та конкурентоспроможності. Важливим напрямком вирішення цієї задачі є ефективне використання резервів конструкції вантажних вагонів, більшу частину інвентарного парку яких складають піввагони.

За оцінками фахівців на теперішній час на залізницях країн СНД та Балтії біля 50% парку піввагонів експлуатується понад 20 років (нормативний термін - 22 роки). Це визначає необхідність оперативного їх поповнення, що може здійснюватись за рахунок виготовлення піввагонів на вагонобудівних підприємствах України та країн СНД, а також перепрофільованих вагоноремонтних заводах (ВРЗ) Укрзалізниці. При цьому найбільшим попитом користуються моделі піввагонів з найкращими техніко-економічними показниками (ТЕП) і найбільшу кількість замовлень на виробництво нового рухомого складу отримують підприємства, які їх виготовляють. Це обґрунтовує актуальність науково-дослідних робіт в напрямку створення вітчизняних моделей піввагонів нового покоління з поліпшеними ТЕП, які можуть виготовлятися на профільних підприємствах Укрзалізниці.

Актуальність теми дисертації.

Результати порівняльного аналізу базових моделей піввагонів вітчизняних та закордонних вагонобудівників, який було проведено в Українській державній академії залізничного транспорту, виявили наявність значних резервів подальшого удосконалення конструкції піввагонів (КП) вітчизняного виробництва за одним із основних ТЕП – матеріалоємністю

(масою тари (МТ)). Недосконалість моделей піввагонів вітчизняного виробництва головним чином пояснюється застосуванням застарілих підходів та методів для їх проектування. Така ситуація обумовила важливість проведення наукових досліджень, спрямованих на розробку нових підходів та методів проектування для удосконалення КП вітчизняного виробництва з метою зниження їх матеріалоемності.

Це визначає актуальність теми дисертаційної роботи.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Тема дисертації відповідає Комплексній програмі оновлення залізничного рухомого складу України на 2006-2010 роки, затвердженої Наказом міністерства транспорту та зв'язку №535 від 5 червня 2006 р., Державній цільовій програмі реформування залізничного транспорту на 2010-2015 роки, затвердженої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2009 року №1390 та Стратегії розвитку залізничного транспорту на період до 2020 року, схваленої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2009 року №1555-р. Наукові результати дисертаційної роботи отримані при виконанні планів госпдоговірних науково-дослідних робіт «Удосконалення конструкції напіввагонів виробництва ДП «Укрспецвагон» з метою поліпшення їх техніко-економічних показників» (ДР 0109U001186) та «Удосконалення конструкції рами та кузова напіввагонів виробництва ДП«Укрспецвагон» з метою зниження їх матеріалоемності» (ДР 0110U000732).

Мета і задачі дослідження

Метою роботи є вирішення науково-практичної задачі – поліпшення техніко-економічних показників піввагонів вітчизняного виробництва за рахунок удосконалення їх конструкції на основі використання нових підходів та методів проектування.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

- виконати дослідження сучасних тенденцій розвитку парку піввагонів залізниць;
- провести порівняльний аналіз базових моделей піввагонів закордонного та вітчизняного виробництва за основними ТЕП та особливостями конструкції;
- розглянути існуючі підходи та методи для удосконалення КП;
- обґрунтувати перспективні напрямки удосконалення КП вітчизняного виробництва;
- розробити формалізоване описання конструкції сучасних піввагонів;
- визначити структуру матеріалоемності КП;
- розробити математичне описання задачі оптимізаційного проектування (ОП) піввагонів нового покоління з метою зниження матеріалоемності;
- скласти розрахункову скінчено-елементну модель (РСЕМ) кузова сучасних піввагонів;
- розробити метод визначення розрахункових резервів міцності (РРМ) конструктивних елементів кузова піввагону і обґрунтувати їх раціональне використання;
- виконати розробку формалізованого описання КП виробництва ДП«Укрспецвагон»;
- провести дослідження структури матеріалоемності КП виробництва ДП«Укрспецвагон»;
- розробити та перевірити на адекватність РСЕМ кузова піввагону моделі 12-9745;
- виконати дослідження напружено-деформованого стану (НДС) кузова піввагону моделі 12-9745 та визначити РРМ його конструктивних елементів;
- провести ОП елементів конструкції кузова піввагонів моделі 12-9745;
- дослідити НДС удосконаленої конструкції кузова піввагону моделі 12-9745;

– оцінити економічну ефективність від впровадження запропонованих технічних рішень з удосконалення КП виробництва ДП«Укрспецвагон».

Об'єкт дослідження – процес удосконалення конструкції піввагонів з метою зниження матеріалоємності.

Предмет дослідження – нові методи описання та дослідження конструкції піввагонів.

Методи дослідження.

При виконанні дисертаційних досліджень використовувались такі методи: методи теорії багаторівневих ієрархічних систем при розробці формалізованих описань сучасних КП; методи динаміки та міцності машин для дослідження напружено-деформованого стану РСЕМ кузова піввагону; сучасні методи експериментальних досліджень при визначенні деформацій в елементах КП від дії експлуатаційних навантажень; методи теорії оптимізації при розробці формалізованого описання задачі ОП піввагонів нового покоління з метою зниження матеріалоємності; методи математичного планування експерименту при проведенні ОП елементів конструкції кузова піввагонів моделі 12-9745.

Наукова новизна отриманих результатів.

Вирішено науково-практичну задачу удосконалення КП вітчизняного виробництва за рахунок використання нових підходів та методів для їх проектування.

Вперше:

- науково обґрунтовані перспективні напрямки удосконалення конструкції сучасних залізничних піввагонів вітчизняного виробництва і сформульована задача удосконалення їх конструкції з метою зниження матеріалоємності;

- запропоновано формалізоване описання конструкції сучасних піввагонів у вигляді блочно-ієрархічної схеми (БІС) і його використання для визначення структури матеріалоємності піввагонів;

- складено математичне описання задачі ОП з метою зниження матеріалоємності КП нового покоління та використано його для удосконалення конструкції кузова;

- запропоновано метод визначення та раціонального використання розрахункових резервів зниження матеріалоємності КП.

Дістали подальшого розвитку:

- скінчено-елементні моделі піввагонів вітчизняного виробництва;

- розрахунково-експериментальні методи дослідження міцності елементів КП.

Практичне значення одержаних результатів:

- визначення загальної та модульної структури матеріалоємності піввагонів моделі 12-9745, з оцінюванням питомої ваги кожного з основних модулів конструкції та їх вузлів;

- науково обґрунтований варіант удосконалення КП моделі 12-9745, який прийнятий до впровадження в ДП «Укрспецвагон»;

- нові патенто захищені технічні рішення з удосконалення конструкції залізничних піввагонів, впровадження яких дозволить суттєво зменшити їх матеріалоємність та поліпшити технологічність виготовлення;

- матеріали дисертаційної роботи використовуються при проектуванні нових та модернізації існуючих КП, а також у навчальному процесі Української державної академії залізничного транспорту у складі дисциплін «Системи автоматизованого проектування рухомого складу», «Вагони (конструювання та розрахунки)» при підготовці спеціалістів і магістрів за спеціальністю «Рухомий склад та спеціальна техніка залізничного транспорту».

Практичне впровадження результатів роботи підтверджується відповідними документами, які наведено у додатках А та Б.

Обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків, рекомендацій дисертаційної роботи обумовлена коректною постановкою її

задач, застосуванням сучасних методів та підходів дослідження і проектування транспортних засобів, співпаданням розрахункових значень дослідження з теоретичного оцінювання міцності конструкції з результатами експериментальних досліджень проведених з використанням сучасних методик, вимірювальної та реєструючої апаратури на ДП«Укрспецвагон». Отримані результати не суперечать результатам та висновкам досліджень у напрямку удосконалення конструкції вантажних вагонів проведених вітчизняними на закордонними науковцями.

Особистий внесок здобувача.

Усі результати дисертаційної роботи отримано особисто автором або при його безпосередній участі. У працях, які написані у співавторстві, дисертанту належить: [1]–автором проведено аналіз базових моделей піввагонів закордонного та вітчизняного виробництва за основними ТЕП, обґрунтовано перспективні напрямки удосконалення КП виробництва ДП«Укрспецвагон»; [2]–автором запропоновано новий підхід до формалізованого описання КП, розроблений на основі використання принципів ієрархічності та декомпозиції в дослідженнях механічних систем; [3]–дисертантом запропоновано узагальнений математичний запис задачі ОП елементів КП за критерієм мінімальної матеріалоемності, як задачі багатомірної оптимізації з обмеженнями; [4]–автором запропоновано метод для визначення і аналізу структури матеріалоемності КП на основі її блочно-ієрархічного описання; [5]–автором запропоновано розрахунково-експериментальний метод визначення резервів зниження матеріалоемності елементів конструкції стіни торцевої піввагону моделі 12-9745; [6]–дисертантом запропоновано підхід до ОП елементів конструкції стіни торцевої піввагонів моделі 12-9745 з метою зниження матеріалоемності; [8]–автором запропоновано технічні рішення з удосконалення конструкції обв'язування верхнього піввагону, на основі використання в якості його профілю труби квадратного перерізу, а у якості силових елементів стін торцевих використати зварені з накладками швелери, які з'єднуються V-

подібно; [9]–дисертантом запропоновано технічні рішення з удосконалення конструкції силових елементів стіни бокової, для цього їх запропоновано виготовляти з профілю перемінного перерізу, а також для покращення технологічності виготовлення та ремонту балки хребтової запропоновано приварювати державки петель кришок люків.

Апробація результатів дисертації. Основні матеріали результатів дисертаційної роботи доповідались, обговорювались та отримали схвалення на 9 міжнародних науково-технічних конференціях [12...17]:

- 17-й та 18-й міжнародних науково-практичних конференціях «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я», Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», 2009, 2010 р.р. (Україна, м. Харків);

- 70-й, 71-й та 72-й міжнародних науково-технічних конференціях кафедр Української державної академії залізничного транспорту, інженерно-технічних працівників залізниць, підприємств та організацій України та інших країн 2008-2010 рр. (Україна, м. Харків,);

- 5-й міжнародній науково-практичній конференції «Перспективные разработки науки и техники», 2009 р. (Польща, м. Перемишль);

- 5-й міжнародній науково-практичній конференції «Новейшие научные достижения», 2009 р. (Болгарія, м. Софія);

- 69-й та 70-й міжнародних науково-практичних конференціях «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені В.Лазаряна, 2009, 2010 р.р. (Україна, м. Дніпропетровськ).

Основні положення дисертації доповідались на кафедрі з 2008 по 2010 р.р., повністю дисертація доповідалась в 2010р. на науково-практичній конференції «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту», що проводилась в Дніпропетровському національному університеті залізничного транспорту імені В. Лазаряна та 03 червня 2010р. на

розширеному засіданні кафедри «Механіка і проектування машин» Української державної академії залізничного транспорту за участю членів спеціалізованої вченої Ради Д64.820.04.

Публікації. Результати дослідження опубліковані в 7 статтях (одна без співавторів) у фахових виданнях, затверджених ВАК України.

Список використаних джерел

1. Мороз, В.І. Визначення перспективних напрямків удосконалення конструкції напіввагонів виробництва ДП «Укрспецвагон»/ В.І. Мороз, В.В. Фомін, О.В Фомін // Зб. наук. праць.- Харків: УкрДАЗТ, 2008.- Вип. 99.- С. 72-81.
2. Мороз, В.І., Формалізоване описання конструкції залізничних вантажних вагонів / В.І. Мороз, О.В. Фомін // Зб.наук.праць 107. - Харків: УкрДАЗТ, 2009. - Вип. –С 173-179.
3. Мороз, В.І. Математичний запис задачі оптимізаційного проектування піввагонів за критерієм мінімальної матеріалоємності / В.І. Мороз, О.В Фомін // Зб. наук. праць.- Харків: УкрДАЗТ, 2009.- Вип. 111 .- С. 121-131.
4. Мороз, В.І. Визначення структури матеріалоємності залізничного напіввагону з використанням блочно-ієрархічного описання його конструкції / В.І. Мороз, О.В Фомін // Зб. наук. праць. – Донецьк: ДонІЗТ, 2010. – Вип.№.21.- С.101-109.
5. Мороз, В.І. Визначення розрахункових резервів міцності елементів конструкції стіни торцевої напіввагону моделі 12-9745/ В.І. Мороз, О.В Фомін // Зб. наук. праць. – Луганськ: СНУ ім. В.Даля, 2010. – Вип.№.1(143) Ч.2.- С.118-124.
6. Мороз, В.І. Оптимізаційне проектування конструкції стіни торцевої піввагону моделі 12-9745 за критерієм мінімальної матеріалоємності/ В.І. Мороз, О.В.Братченко, О.В Фомін // Східно-Європейський журнал передових технологій. – Харків. – 3/(1-10)(44)2010С.
7. Фомін О.В. Удосконалення конструкції залізничних піввагонів за критерієм мінімальної матеріалоємності/ О.В Фомін // Зб. наук. праць.- Харків: УкрДАЗТ, 2010.- Вип. 117.- С.28-34.

8. Пат. 89330 Україна, МПК (2009) В61D 3/08 (2009/01) В61D 3/04 (2009/01) В61F 1/00 В61D 17/00 E06C 5/00 Залізничний піввагон / В.І.Мороз, О.В.Фомін, О.В.Братченко, В.В.Фомін (Україна); власник Українська державна академія залізничного транспорту. – №а2008 13255; заявка 17.11.2008; публ. 11.01.2010, бюл. №1.

9. Пат. 89345 Україна, МПК (2009) В61D 3/08 (2009/01) В61D 3/04 (2009/01) В61D 17/00 В61F 1/00 Залізничний універсальний піввагон / В.І.Мороз, В.В.Фомін, В.Р.Новиков, О.В.Фомін, К.В.Сидоренко, В.П.Білаш (Україна); власник Українська державна академія залізничного транспорту. – №а2009 09755; заявка 24.09.2009; публ. 11.01.2010, бюл. №1.

10. Мороз, В.І. Удосконалення конструкції вітчизняних напіввагонів на основі використання сучасних підходів до їх проектування/ В.І. Мороз, О.В. Фомін, В.В. Фомін, К.В. Сидоренко, В.П. Білаш / Зб. наук. праць «Рейковий рухомий склад». - Кременчук: ДП«УкрНДІВ», 2010.- Вип.2. – С. 64-68.

11. Удосконалення конструкції напіввагонів виробництва ДП «Укрспецвагон» з метою поліпшення їх техніко-економічних показників: Звіт про НДР (заключний)/ УкрДАЗТ. – № ДР 0109U001186. – К., 2008. – 72 с.

12. Мороз, В.І. Оцінювання резервів підвищення ефективності роботи напіввагонів вітчизняного виробництва / В.І. Мороз, В.В. Фомін, О.В. Фомін / Матеріали за 5-а міжнародна научна практична конференція, «Новейшие научные достижения» – 2009 Том 24. Технологи. Софія. «БялГРАД-БГ» ООД 2009г. – С. 66-68.

13. Мороз, В.І. Блочно-ієрархічне описання конструкції напіввагонів виробництва ДП «Укрспецвагон» / В.І. Мороз, О.В. Фомін / 69 Міжнародна науково-практична конференція: «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту» 2009 (21.05.2009-22.05.2009), Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна (ДНУЗТ) 2009г. – С. 35,36.

14. Мороз, В.І Удосконалення конструкції напіввагонів ДП «Укрспецвагон» для перевезення вантажів з низькою щільністю / В.І. Мороз, В.В. Фомін, О.В. Фомін / XVII Міжнародна науково-практична конференція: «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я» MicroCAD – 2009 (20.05.2009-22.05.2009), Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» 2009г. – С.212.

15. Мороз, В.І. Формалізований запис задачі оптимізаційного проектування модуля кузова напіввагонів вітчизняного виробництва / В.І.Мороз, О.В. Фомін /Materialy V Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji “Perspektywiczne opracowania są nauka i technikami - 2009” Volume 10. Techniczne nauki. Fizyczna kultura i sport.:Przemysł.Nauka i studia – С.48-50.

16. Мороз, В.І. Особливості моделювання напружено-деформованого стану конструктивних елементів залізничних напіввагонів/ В.І. Мороз, О.В. Фомін / Міжнародна науково-практична конференція: «Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта: Тезисы 70 Международной научно-практической конференции (Днепропетровск, 15-16 апреля 2010г.) – Д.:ДИИТ,2010. – С.69,70.

17. Мороз, В.І Оптимізаційне проектування елементів конструкції модуля кузова напіввагону моделі 12-9745 за критерієм мінімальної матеріалоемності / В.І. Мороз, О.В.Братченко, О.В. Фомін / XVIII Міжнародна науково-практична конференція: «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я» MicroCAD – 2010 (12.05.2010-14.05.2010), Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» 2010г. – Ч.1С.268.

18. ГОСТ 26725 – 97. Полувагоны четырехосные.

19. Шадур Л.А. Вагоны/. Изд. 2-е, перераб. и доп. Под ред. Л.А. Шадура. М., «Транспорт», 1973. - 440 с.

20. Винокуров М.В. Вагоны / Под общ. ред.. д.т.н. проф.. М.В.Винокурова – М.:Транспортгиздат, 1953. 440с.

21. Скиба М.Ф Вагоны/. М.Ф.Скиба – 5-е изд. перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1979. – 303 с.
22. Харитонов М.И. Грузовые вагоны: Учеб. пособие : В 2ч. Ч.1: Полувагоны и крытые вагоны/ М.И. Харитонов, В.Н. Панкин. – Хабаровск: Изд – во ДВГУПС, 2004. – 88 с.
23. Быков Б.В. Конструкция, техническое обслуживание и текущий ремонт грузовых вагонов./ Б.В. Быков. Учеб.пособ. – М.: Желдориздат, Трансинфо, 2005. – 415с.
24. Вагоны СССР. Отраслевой каталог 20-89-04. – М.: Тяжмаш, 1989.-153с.
25. Вагоны широкой и узкой колеи. Номенклатурный каталог 19-90-03. – М.:ЦНИИТЭИ Тяжмаш,1990.-54с.
26. Вагоны. Номенклатурный каталог 62-94. – М.: ЦНИИ ТЭИ Тяжмаш.1995.-76с.
27. Большая энциклопедия транспорта: В 8 т. Т. 4. Железнодорожный транспорт / Главный редактор Н.С. Конгрев. – М.: Большая Российская энциклопедия, 2003. - С.539-629.
28. Напіввагон чотиривісний моделі 12 – 9745. Технічні умови. ТУ У 35.2 – 01124454-032-2004, м. Київ.
29. Car and Locomotive Cyclopedia of American Practice. New York/1970.1974.1978
30. Грузовые вагоны железных дорог колеи 1520 мм. Проектно-конструкторское бюро департамента вагонного хозяйства министерства путей сообщения Российской федерации 1998г. (Грузовые вагоны железных дорог колеи 1520 мм. Альбом-справочник ОО2И-97 ПКБЦВ, 1998г.-283с.)
31. Грузовые вагоны зарубежных стран. Обзорная информация 5-73-22. – М.:НИИИ Тяжмаш., 1973.-181с.
32. Соколов, М.М. Зарубежные вагоны.Особенности конструкции, теории и расчета: Учебное пособие / М.М. Соколов, Ю.П. Бороненко, А.А. Эстлинг.-ЛИИЖТ, 1988.-62с.

33. Грузовые вагоны США и Канады. В кн.. Американская железнодорожная энциклопедия. Вагоны и вагонное хозяйство. – М.: Трансжелдориздат, 1961. – С.7-114.Вагоны промышленного транспорта.- С.429-433

34. Піввагон: пат. 19293 Україна, МПК (2009) B61D 3/00 B61D 17/00 / В.Д.Лапандін, О.І.Якін, В.А.Волков (Україна); власник Товариство з обмеженою відповідальністю «Софія-інвест». – №u2006 06027; заявка 31.05.2006; публ. 15.12.2006, бюл. №12

35. Кузьмич Л.Д. Типаж и конструкции грузовых вагонов/ Л.Д. Кузьмич, В.С.Плоткин // Железнодорожный транспорт. – 1998. - №8. – С. 48-54.

36. Каблуков, В.А. Подвижной состав промышленного транспорта/ В.А. Каблуков, О.М.Савчук – К.:Высшая школа,1990.-296с.

37. Корнійчук М.П. Технологія галузі і технічні засоби залізничного транспорту/ Корнійчук М.П., Липовець Н.В., Шамрай Д.О.Частина 1 (розділи 1-6): Підручник. – К.: «Дельта», 2006. – 500 с.

38. Харитонов М.И. Грузовые вагоны/: учеб. пособие : В 2ч. Ч.2 /М.И.Харитонов, В.Н.Панкин. – Хабаровск: ДВГУПС, 2006. – 134 с.

39. Лукин В.В. Конструирование и расчет вагонов/ ученик для вузов ж.-д. трансп./ В.В.Лукин, Л.А.Шадур, В.Н.Котуранов, А.А.Хохлов, П.С.Анисимов.; под общ. ред. В.В.Лукина. - М.: УМК МПС России, 2000. 731с.

40. Барбарич С.С. Грузовые и пассажирские вагоны нового поколения // Барбарич С.С., Краснобаев А.М., Новоселов В.В. /Железнодорожный транспорт. – Москва, 04' 2008. - С. 57-61

41. Долматов А.А. О развитии парка грузовых вагонов/ А.А.Долматов, В.Н.Царенко, Н.Ф.Кулик, В.В.Новоселов, О.В.Селихов// Железнодорожный транспорт. – 2000. - №4. С.70-76.

42. Калетин С.В. Грузовые вагоны нового поколения // С.В. Калетин/ Железнодорожный транспорт. – Москва, 08' 2007. - С. 10-12

43. Цыган Б.Г. Состояние и тенденции развития грузового вагоностроения/ Б.Г.Цыган, А.Б.Цыган // Вагонный парк. – 2008 - № 9-11.

44. Дьомін Ю.В. Залізнична техніка міжнародних транспортних систем (вантажні перевезення)/ Ю.В.Дьомін. – К.: «Юнікон - Прес», 2001. – 342 с.

45. Недосеков А.Н. Стратегические ориентиры производства транспортной техники/ А.Н. Недосеков // Железнодорожный транспорт. – 2008. - №11. – С. 46-48.

46. Миронов, Н.И. Подходы к проектированию грузовых вагонов нового поколения/ Н.И.Миронов, В.С.Плоткин, А.В.Кузнецов // Железнодорожный транспорт. – 2000. - №5. – С. 57-59.

47. Письменный, Є.О. Перспективи та напрямки розвитку залізничного транспорту в період економічної кризи/ Є.О. Письменный, І.Є. Скогарєв, А.Я. Кобозєв, Н.О. Гергель / Тези доповідей 69 Міжнародної науково-практичної конференції: «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту» 2009 (21.05.2009-22.05.2009), Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна (ДНУЗТ) 2009г. – С. 98,99..

48. Піввагони нового покоління. Технічні вимоги. К. Укрзалізниця.2003р.

49. ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

50. Нормы для расчета и проектирования новых и модернизируемых вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных). М.: ВНИИВ-ВНИИЖТ, 1983. – 260 с.

51. Нормы расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных). М.: ГосНИИВ-ВНИИЖТ, 1996. – 354с.

52. ГОСТ 5267.3-90 Профиль зетовый для хребтовой балки.
Сортамент
53. ГОСТ 5267.3-90 Профиль вагонной стойки. Сортамент
54. Пам'ятка МСЗ 573 ОВ Стандартные грузовые вагоны. Вагоны для особых видов перевозок. Характеристики
55. Пам'ятка МСЗ 430-3 ОР Вагоны грузовые. Технические условия на грузовые вагоны, эксплуатируемые на ж. д. со стандартной шириной колеи в системе ж. д. Финляндии.
56. Пам'ятка МСЗ 431-1 ОР Перевозка товаров в вагонах и больших контейнерах при контролируемых температурных условиях
57. Пам'ятка МСЗ 432 ОР Вагону. Эксплуатационные скорости.
58. Пам'ятка МСЗ 433 ОР Вагоны частных собственников. Стандартные общие условия регистрации частных вагонов (WP)
59. Пам'ятка МСЗ 438-2 О Оповестительная маркировка грузового подвижного состава
60. Пам'ятка МСЗ 471-2 ОР Технические осмотры на границах и внутри страны для замены вагонов в международных перевозках
61. ОСТ 24.050.34 – 84. Проектирование и изготовление стальных сварных конструкций вагонов. Технические требования.
62. ОСТ 32.15-81 ССБТ. Техническое обслуживание и ремонт вагонов. Техника безопасности. – М.: Транспорт, 1981. – 46 с.
63. ОСТ 24.050.63-85 Вагоны магистральных железных дорог колеи 1520мм. Контрольные испытания
64. ГОСТ 9150-81 Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Профиль
65. ГОСТ 24705-78 Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Основные размеры
66. ГОСТ 20799-88 Масла индустриальные. технические условия
67. ГОСТ 9238-83 Габариту приближения строений и подвижного состава железных дорог колеи 1520 (1524) мм

68. Пам'ятка МСЗ 505-3 Кинематический габарит для грузовых вагонов
69. ОСТ 24.052.05-90 Пятники и подпятниковые места грузовых вагонов железнодорожной колеи 1520мм. Типы, основные параметры и технические требования
70. ОСТ 24.152.01-77 Упоры автосцепного устройства для грузовых и пассажирских вагонов. Типы. Конструкция и размеры. Технические требования
71. Корягина В.С. Охрана труда в вагонном хозяйстве // Корягина В.С. Медведев В.В.. – М.: Транспорт, 1971. – 264 с.
72. Гранквист В.В. Охрана труда на железнодорожном транспорте// Гранквист В.В., Жданов П.А., Михайличенко Н.Г.. – М.: Транспорт, 1972. – 376 с.
73. Карягина Н. С. Охрана труда в вагонном хозяйстве// Карягина Н. С, Медведев В.В.- М.: Транспорт, 1978.-222 с.
74. ТУ 24.05.486-88 Детали литьевые из низколегированной стали для вагонов железнодорожной колеи 1520 мм
75. Лукин В.В. Выбор рациональных параметров грузовых вагонов //: учебное пособие для вузов ж.-д. транспорта/ В.В. Лукин.- ОмИИТ,1985.-84с.
76. Лукин В.В. Выбор рациональных параметров и конструктивных схем вагонов/ В.В. Лукин/ Железнодорожный транспорт.- 1995.-№8.-С.42-45.
77. Лукин В.В. Алгоритм отыскания оптимальных параметров основных типов грузовых вагонов/ В.В. Лукин, В.П.Медведев/ Научные труды. Том 160. Омск, - 1974-С.29-39.
78. Медведев В.П. Выбор оптимальных параметров цистерн и полувагонов с применением ЦВМ./ В.П.Медведев. – МИИТ,1977.-112с.
79. Тихонов К.К. Теоретические основы выбора оптимальных весовых норм грузовых поездов /Тихонов К.К.//. – Вып. 331. – М.: Тр. МИИТ, 1970. – С. 1–200.

80. Лозбинеv В.П. Проектирование и оптимизация несущих систем кузовов вагонов/: Лозбинеv В.П.// учебн. пособие. – Брянск: БГТУ, 1997. – 88с.
81. Экономия материальных ресурсов в сфере производства и эксплуатации несущих конструкций кузовов вагонов /Лозбинеv Ф.Ю.// - Брянск: ЦНТИ, 2000. – 131с.
82. Турбин И.В. Изыскания и проектирование железных дорог / И.В.Турбин, А.В. Гавриленков, И.И.Кантор и др.; Под ред. И.В. Турбина. – М.: Транспорт, 1989
83. Афонина Олена Володимирівна Оптимізація металокопструкцій кузовів вантажних вагонів з урахуванням вимог міцності і живучості несучих елементів Дис. ... канд. техн. наук : 05.22.07 Брянськ, 2001
84. Коченкова Наталя Іванівна Оптимізація несучих копструкцій кузовів вантажних вагонів за критерієм мінімуму собівартості : Дис. ... канд. техн. наук : 05.22.07 Брянськ, 2001
85. Милакова Анжела Олексіївна Розробка методики оптимізації кузовів вагонів з урахуванням обмежень по стійкості несучих елементів : Дис. ... канд. техн. наук : 05.22.07 Брянськ, 2001
86. Булычев Михайло Анатолійович Методика оптимізації несучої системи кузова вагона з урахуванням обмежень по міцності опорові утоми Дис. ... канд. техн. наук : 05.22.07 Брянськ, 1999
87. Биків Анатолій Іванович Напряженно-деформированное стан несущий кузов вантажних вагонів з анізотропних матеріалів Дис. ... д-ра техн. наук : 05.22.07 М., 1999
88. Іванов Олександр Анатолійович Умови доцільного застосування алюмінієвих сплавів у вагонобудуванні На прикладі піввагонів : Дис. ... канд. техн. наук : 05.22.07 М., 1999
89. Дрыгина Ирина Анатоліївна Удосконалювання моделювання напруженно-деформированного стану кузовів вагонів спеціалізованими кінцевими елементами : Дис. ... канд. техн. наук : 05.22.07 М., 1998

90. Фролова Тетяна Олександрівна Моделювання методів розрахунку несущих кузовів вантажних вагонів зі склопластику : Дис. ... канд. техн. наук : 05.22.07 М., 1998
91. Афанасьєв Ігор Анатолійович Метод розрахункового обґрунтування конструкції кузова піввагона підвищеної ремонтпригодности: Дис. ... канд. техн. наук : 05.22.07 М., 2001
92. Гореленков Андрій Іванович Розробка методу оцінки напруженности вантажного вагона подовжніми силами в реальних умовах його експлуатації : Дис. ... канд. техн. наук : 05.22.07 Брянськ, 1996
93. Богачев Андрій Юрійович Удосконалювання зварених вузлів піввагона на основі поетапних кінцево-елементних розрахунків їх напруженности Дис. ... канд. техн. наук : 05.22.07 М., 1995
94. Котуранов В.Н. Вагоны. Основы конструирования и экспертизы технических решений : учебное пособие для вузов ж.-д. транспорта/ А.П.Азовский, Е.В.Александров, В.В.Кобищанов и др.; под общ.ред. В.Н.Котуранова. – М.:Маршрут, 2005. – 490с.
95. Котуранов В.Н. Нагруженность элементов вагонов/ В.Н. Котуранов, В.Д.Хусидов, П.А.Устич, А.И.Быков.-М.:Транспорт,1991.-238с.
96. Вершинский С.В. Расчет вагонов на прочность /: С.В.Вершинский, Е.Н.Никольский, Л.Н.Никольский и др.; под общ. ред.. А.А.Попова. – М.ВИПОМПС,1960г. 360с.
97. Кузьмич Л.Д. Вагоны (проектирование, устройство и методы испытаний) / Л.Д.Кузьмич, А.В.Кузнецов, Б.А.Ржавский и др.; под общ. ред. Л.Д.Кузьмича. - М., «Машиностроение», 1978. – 376с
98. Блохин Е.П. Расчет грузовых вагонов на прочность при ударах/: учебное пособие для вузов ж.-д. транспорта/ Е.П.Блохин, И.Г.Барбас, Л.А.Манашкин и др.-М.:Транспорт,1989г. 230с.
99. ГОСТ 25.504 – 82. Расчеты и испытания на прочность.
100. Технологическая инструкция по испытанию на растяжение и неразрушающему контролю деталей вагонов. Магнитопорошковый,

вихретоковий, феррозондовий методи. 637-96 ПКБ ЦВ / МПС ВНИИЖТ. – М.:Транспорт, 1996. – 231 с.

101. Проведення міцносних розрахунків кузова напіввагона моделі 12-9745/ Звіт про науково-дослідну роботу (заключний). Кременчук: УкрНДІВ, 2004. – 33 с.

102. ГСТУ 32.0.08.001-97 Порядок разработки и постановки продукции на производство для потребителей железнодорожного транспорта в системе Министерства транспорта Украины

103. Мороз В.І. Основи конструювання і САПР: навч. посібник/В.І.Мороз, О.В.Братченко, В.В.Ліньков – Харків: Нове слово, 2003. – 194 с.

104. Дитрих, Я. Проектирование и конструирование: Системный подход/ Я.Дитрих.– М.: Мир, 1981. – 456 с.

105. Цыган Б.Г. Вагоностроительные конструкции. Изготовление, модернизация, ремонт./ Цыган Б.Г., Цыган А.Б.// .Монография. Издательство «Кременчуг», г. Кременчуг 2005. – 752 с.

106. Альбом чертежей К22.04-00.00.00.0-00 «Полувагон четырехосный модели 12-9745». Киевское ПКТБ по вагонам 2007г.

107. Мороз В.И. Математическое планирование исследования при оптимизации основных показателей турбопоршневого дизеля / В.И. Мороз // В кн.: Двигатели внутреннего сгорания. – Харьков: Вища школа, 1976. – Вып. 24. – С. 96 – 102.

108. Математическая теория планирования эксперимента [Под ред. С.М.Ермакова] – М.: Наука, 1983. – 392 с.

109. Ермаков С.М., Жиглявский А.А. Математическая теория оптимального эксперимента /С. Ермаков, А. Жиглявский. – М.: Наука, 1987. – 320 с.

110. Мороз В.І. Удосконалення конструкції транспортних технічних засобів/ В.І. Мороз, О.В. Братченко // Залізничний транспорт України. – 2004 - №3. – С. 24-26

111. Орлов П.Н. Краткий справочник металлиста / Под ред. П.Н. Орлова, Е.А. Скороходова. – М.: Машиностроение, 1986. – 892 с.
112. Алямовский А.А. SolidWorks/COSMOSWorks. Инженерный анализ методом конечных элементов. – М.: ДМК Пресс, 2004. – 432 с.
113. ГОСТ-14771-76 – Дуговая сварка в защитном газе
114. Сапиро Л.С. Справочник сварщика/ Сапиро Л.С.// – Донецк.: Донбасс, 1984. – 191 с.
115. Степанов В.В. Справочник сварщика под редакцией проф. д-ра техн. наук В.В. Степанова, Москва «Машиностроение» 1974 год.
116. Молодык Н.В. Восстановление деталей машин/ Молодык Н.В., Зенкин А.С.//: Справочник. – М.: Машиностроение, 1989. – 480 с.
117. Гитлевич А.Д. Техническое нормирование процессов дуговой электросварки /Гитлевич А.Д.// – М.: Машгиз, 1954. – 212 с.
118. Луговой П.А. Основы технико-экономических расчетов на железнодорожном транспорте / П.А. Луговой, Л.Г. Цыпин, Р.А. Аукуционек. – М.: Транспорт, 1973
119. Шульга А.М. Себестоимость железнодорожных перевозок / А.М.Шульга, Н.Г.Смехова. – М.: Транспорт, 1985.
120. Кулагин Н.Н. Нормирование труда на железнодорожном транспорте /Кулагин Н.Н.// – М.: Транспорт, 1985. – 380 с.
121. Стружестраха Е.И. Справочник нормировщика-машиностроителя. – Том 2: Техническое нормирование станочных работ / Под ред. Е.И. Стружестраха. – М.: ВНТИМЛ, 1961. – 892 с.
122. Михалевич М.П. Нормативы времени на вспомогательные, подготовительно-заключительные работы, обслуживание рабочего места и регламентированные перерывы /Михалевич М.П.// – Хабаровск: ДВГУПС, 1999. – 71с.
123. Сборник нормативов времени на слесарные работы / МПС. Центральное научно-исследовательское бюро. – М.: Транспорт, 1968. – 406 с.

124. Фонды времени работы оборудования и рабочих. ВНТИ 18-95. –
Киев: Гипрохиммаш, 1995. – 32 с.